

**Institut Territorial de
Recherches Médicales
Louis Malardé
(ITRMLM)**

**Institut Français de
Recherche Scientifique pour
le Développement en
Coopération (ORSTOM)**

**APPROCHE DE LA LUTTE CONTRE LES MOUSTIQUES
DU GENRE Aedes PAR PIEGEAGE**

par

Stéphane LONCKE, Guy JACQUET et Philippe BARBAZAN

Janvier 1992

Doc. Tech. 02/92/ITRM/DOC/ENT

052 LUTIN ϕ 1, LON

F 35.046

1. Introduction

Deux genres de moustiques coexistent en Polynésie Française : les *Aedes* et les *Culex*. Seuls les *Aedes* sont vecteurs d'agents pathogènes humains. *Aedes polynesiensis* (Marks) transmet la filaire *Wuchereria bancrofti*, agent de la filariose lymphatique, et *Aedes aegypti* (L.) transmet le virus de la dengue qui sévit désormais à l'état d'endémie dans ce territoire.

Ces moustiques à activité diurne et crépusculaire sont de plus à l'origine de nuisances importantes. Ils sont sténotopes, leurs gîtes larvaires sont donc de taille réduite. Ces gîtes sont de plus très variés, et fréquemment temporaires (susceptibles de s'assécher rapidement). Les *Aedes* pondent des oeufs capables de résister à la dessiccation pendant plusieurs mois (RIVIERE, 1988).

Aedes aegypti a tendance à préférer les gîtes larvaires artificiels (pneus abandonnés, boîtes de conserves usagées, etc...) alors que *A. polynesiensis* préfère les gîtes d'origine naturelle (cavités dans les arbres, terriers de crabes terrestres, fissures de rochers, etc...). Les larves des deux espèces sont cependant fréquemment trouvées ensemble (SUZUKI & SONE, 1978).

La lutte contre les *Aedes* constitue un des moyens disponibles pour lutter contre les deux maladies transmises. Cette lutte a été abordée essentiellement sous l'angle de la lutte biologique en Polynésie. En effet, la fragilité des écosystèmes insulaires conduit à limiter l'utilisation des insecticides aux cas d'urgence. Ces cas d'urgence sont limités aux épidémies de dengue qui justifient des opérations de pulvérisation localisées d'insecticides pour lutter contre les moustiques adultes.

La lutte antilarvaire a surtout été envisagée pour l'instant par l'unité de lutte antivectorielle de l'ITRMLM/ORSTOM. Les essais de lutte biologique effectués dans le cadre de cette unité n'ont pas fournis les résultats escomptés (utilisation de *Toxorhynchites amboinensis* (KLEIN et RIVIERE, 1982) ou de *Mesocyclops aspericornis* (RIVIERE et THIREL, 1981; RIVIERE *et al.*, 1987; LARDEUX *et al.*, 1990; LONCKE, 1991) pour la lutte antilarvaire par exemple).

Compte tenu des résultats encourageants de CHAN *et al.* (1977), il nous a semblé possible d'appliquer la technique des pondoires pièges dans le contexte d'une lutte intégrée qui associerait l'élimination physique des gîtes à l'utilisation de pièges. Le principe du piège est de concurrencer les gîtes larvaires déjà présents, en attirant les femelles porteuses d'oeufs afin qu'elles y pondent. Ce principe reprend celui des pondoires O.M.S., avec toutefois la nécessité d'empêcher les oeufs d'éclore. Ce type de pondoire doit tout d'abord être très attractif afin de provoquer l'oviposition des femelles de moustiques. Il doit aussi être efficace, c'est à dire empêcher l'éclosion des oeufs qui y ont été pondus. De tels pièges sont destinés à être placés en grand nombre dans le milieu, sans nécessiter de surveillance après leur pose. Un premier essai utilisant des pondoires contenant un dispositif de diffusion lente d'insecticide a été effectué par Ph. BARBAZAN (Comm. pers.). Cet essai n'ayant pas abouti à des résultats convaincants, de nouveaux types de

pondoirs pièges ont été mis au point par le même chercheur.

Le but de cette étude est d'estimer les qualités d'attractivité et d'efficacité de deux de ces nouveaux types de pondoirs pièges.

Cette étude fait suite à une idée de Philippe BARBAZAN (chercheur ORSTOM). La collecte des données a été assurée par Guy JACQUET (technicien ITRMLM). Le traitement des données et la rédaction du présent rapport ont été effectués par Stéphane LONCKE. Un financement du Rotary Club de Papeete a permis d'acheter le matériel nécessaire et de réaliser les divers essais.

2. Matériel et méthodes

Le principe des pondoirs utilisés est d'imiter au mieux les qualités d'un gîte naturel afin d'attirer les femelles d'*Aedes* et de provoquer leur ponte tout en empêchant l'éclosion des oeufs pondus.

Construction des pondoirs :

Des pots en polyéthylène noir (teinté dans la masse) ont été utilisés pour assurer l'attractivité des pondoirs vis à vis des femelles d'*Aedes*. Un bloc de mousse imbibé d'eau est placé dans le pot afin de dégager une humidité suffisante pour attirer les femelles gravides. Ce bloc de mousse est surmonté d'une plaque de polyéthylène transparent qui doit réfléchir la lumière, et remplacer ainsi la surface d'eau libre qui attire normalement les femelles d'*Aedes*. Les facteurs attractifs vis à vis des femelles d'*A. aegypti* ont été étudiés notamment par FAY & PERRY (1965). Une revue récente des facteurs conditionnant l'oviposition chez les moustiques est donnée par BENTLEY & DAY (1989).

Trois types de pondoirs ont été utilisés lors de cette étude (les pondoirs pièges sont schématisés sur la figure 1):

- Des pondoirs de type OMS en verre peint en noir, d'une contenance d'environ 500 ml, hébergeant une baguette de plexiglas entourée de buvard. Le pondoir est rempli d'eau lors de sa pose. Ce type de pondoir est couramment utilisé pour l'échantillonnage des populations d'*Aedes* (CHADEE & CORBET, 1987), et servira de témoin dans ce qui suit.
- Des pondoirs pièges que nous appellerons pondoirs de type 1, contenant un cube de mousse d'environ 7 cm d'arête (figure 1). Ces pondoirs sont au nombre de 20 et ont été répartis dans toutes les zones d'étude.
- Des pondoirs pièges de type 2 contenant un bloc de mousse cylindrique (figure 1). Ce deuxième type a été mis en place après avoir constaté que les pondoirs de type 1 contenaient de l'eau libre

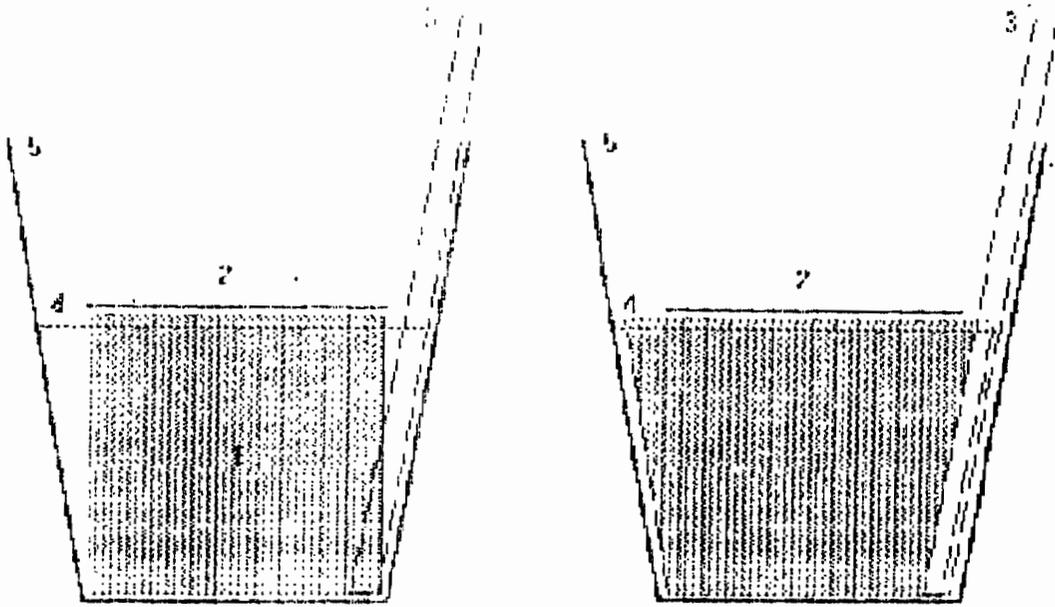


Figure 1 : Schémas des deux types de pondoirs pièges utilisés : pondoir de type 1 (mousse carrée) à gauche; pondoir de type 2 (mousse ronde) à droite. 1 = Bloc de mousse; 2 = Plaque de plastique transparente; 3 = Baguette de plexiglas entourée de buvard; 4 = Niveau de l'eau dans le pondoir; 5 = Corps du pondoir en plastique noir.

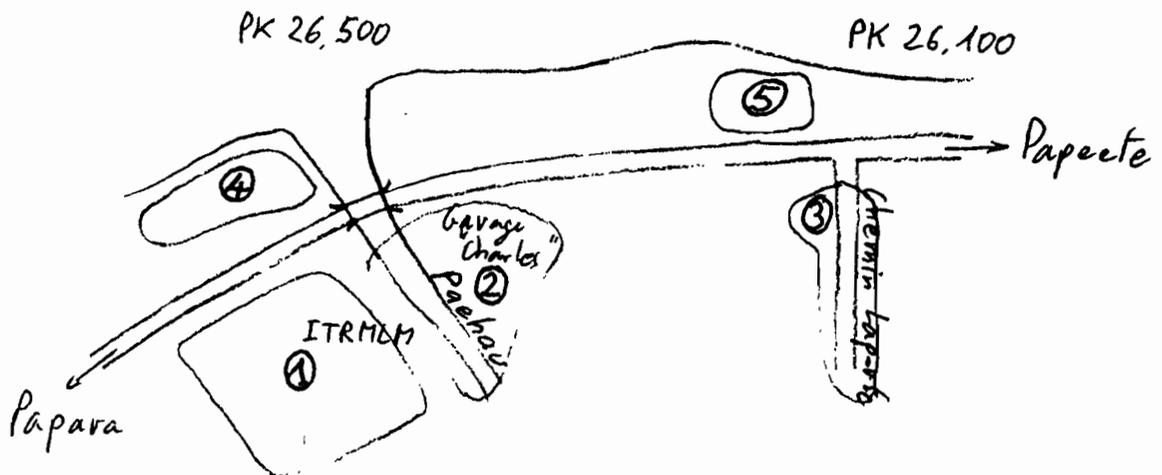


Figure 2 : Plan des cinq zones d'étude utilisées. Les positions exactes des pondoirs individuels n'ont pas été reprises.

et étaient donc susceptibles de permettre l'éclosion puis l'émergence de moustiques adultes. Les pondoirs de type 1 ont cependant été maintenus pendant toute l'étude.

Les pondoirs de type 2 sont au nombre de 10 et n'ont été utilisés que dans les zones 3, 4 et 5.

Les pondoirs de types 1 et 2 comportent un trou servant de trop-plein situé au niveau supérieur du bloc de mousse, et un trou servant à l'accrochage situé à environ 4 cm du bord supérieur.

Dans tous les cas, des baguettes de plexiglas (140 X 25 X 5 mm) entourées de buvard ont été ajoutées dans les pondoirs afin de permettre aux *Aedes* de pondre.

Les pondoirs de tous les types ont été relevés chaque semaine et remplacés par des pondoirs identiques ne contenant aucun moustique. Les nouveaux pondoirs sont mis en eau lors de ce remplacement. Lors de cette récolte, les baguettes sont mises immédiatement à sécher. Les oeufs présents sur les baguettes sont ensuite dénombrés. Les baguettes sont alors immergées dans un récipient contenant de l'eau riche en matière organique (infusion de feuilles de cocotier) afin de provoquer l'éclosion des oeufs. Les larves résultant de ces éclosions sont ensuite déterminées. Les larves contenues dans les pondoirs lors de la récolte sont déterminées le jour même de la récolte. Les blocs de mousse sont immergés comme les baguettes, et les larves résultantes sont déterminées.

La présente étude porte sur des données récoltées durant une période de 70 semaines, s'étalant de juillet 1990 à novembre 1991.

Sur la totalité de cette période, les données concernant 19 semaines n'ont pu être utilisées, soit parce que le relèvement des pondoirs pièges n'avait pu être assuré, soit à cause de données incomplètes.

L'ensemble de l'étude a été réalisé à Paea (PK 26,100 - PK 26,500 TAHITI côte ouest) (figure 2).

Le site d'étude peut être subdivisé en cinq zones. Leur choix a été dicté par des considérations de facilité d'accès.

Les zones sont définies arbitrairement suivant la géographie et le faciès:

- * 1 Zone du parc de l'unité de lutte antivectorielle: milieu ouvert de cocoteraie et manguiers. Cette zone comprend 1 piège témoin et 6 pièges de type 1.
- * 2 Zone de bordure de l'unité de lutte antivectorielle: bord de rivière, "garage Charles" et bord de montagne. Les pièges y sont disposés en

bordure de végétation dense. Cette zone comprend 3 pièges témoins et 8 pièges de type 1.

- * 3 Zone de bordure de chemin d'accès (dite "chemin Laporte") à la montagne en bordure de végétation. Cette zone comprend 3 pièges témoin; 2 pièges de type 1 et 6 pièges de type 2.
- * 4 Zone de bord de mer de l'insectarium (milieu ouvert de cocoteraie entretenue). Cette zone comprend 1 piège témoin; 2 pièges de type 1 et 2 pièges de type 2.
- * 5 Zone de bord de mer située dans une propriété riche en gîtes larvaires d'origine humaine. Cette zone regroupe 2 pièges témoins, 2 pièges de type 1 et 2 pièges de type 2.

Les pièges ont été disposés dans des conditions similaires quelles que soient les zones. C'est à dire: à environ un mètre cinquante du sol, l'ouverture étant généralement orientée vers l'est. Les autres conditions liées à l'environnement n'ont pas été suivies, notamment les variations de l'environnement végétal des pièges qui connaît des variations fréquentes. De même, la nature des autres gîtes présents dans les zones d'étude, et le suivi des populations de moustiques adultes n'ont pas été effectués.

3. Résultats :

3.1. Détermination de l'efficacité des pondoirs

3.1.1. Efficacité attractive des pièges en présence-absence

La capacité des différents types de pièges à attirer les femelles d'*Aedes* a été déterminée à partir de deux approches. Tout d'abord, une comparaison en présence-absence des proportions de pondoirs colonisés a été effectuée. N'ont été utilisés pour réaliser cette comparaison que des lots de pondoirs comparables. C'est ainsi qu'ont été conservés uniquement les pondoirs de types I et II qui étaient situés au voisinage immédiat de pondoirs de type OMS. On suppose en effet que seuls des pondoirs situés au même endroit et ayant connu la même "histoire" durant toute la période considérée peuvent être comparés. Cette sélection opérée, seuls huit pondoirs de type I ont été conservés, auxquels correspondent huit pondoirs de type OMS. Dans le cas des pondoirs de type II, seuls trois pondoirs ont été considérés, le lot témoin étant constitué des trois pondoirs OMS correspondants. Deux de ces trois pondoirs OMS sont communs au lot des témoins de type 1 et 2.

Les comparaisons de proportions de pondoirs positifs ont été réalisées par le test du Khi carré. Les conditions d'utilisation de ce test sont satisfaites car les effectifs sont supérieurs à 40, et aucune des proportions observées ne sont voisines de 0 ou 1 (règles de Cochran pour un degré de liberté égal à 1 - Scherrer, 1984). Un pondoir est

considéré comme positif si au moins une larve d'*Aedes* de l'espèce concernée a été obtenue dans ce pondoir à l'issue de l'ensemble des opérations d'éclosions décrites au chapitre "Matériel et méthodes".

Les résultats sont regroupés dans le tableau 1.

Commentaires :

Les fréquences de pondoirs positifs sont comparables uniquement dans le cas des captures d'*A. aegypti* avec les pondoirs de type 1. Dans les autres cas, la fréquence de pondoirs témoins positifs est significativement supérieure à la fréquence de pondoirs pièges positifs. Les fréquences de pondoirs positifs de type 2 sont particulièrement faibles quelle que soit l'espèce de moustique. Ces pondoirs sont donc beaucoup moins attractifs que les pondoirs OMS. La fréquence des pondoirs positifs en *A. aegypti* est supérieure à celle des pondoirs positifs en *A. polynesiensis* quelque soit le type de pondoir. Les différences entre les fréquences des deux types de pondoirs OMS témoins sont relativement réduites. Elles sont liées au fait que les lots utilisés comme témoin ne sont pas les mêmes pour les deux types de pondoirs pièges.

On peut considérer que pour chaque paire Témoin-Piège les moustiques ayant pondu ont eu le choix entre les deux types de pièges, en effet, seule les paires situées au même endroit ont été utilisées. Aussi, les proportions de cas où les *Aedes* ont pondu dans les pondoirs pièges et non dans les pondoirs témoins sont un indice de leur attractivité. Dans le cas des pondoirs de type 1, ce cas est rencontré dans des proportions considérables (figure 3). Ce n'est pas le cas des pondoirs de type 2 où la fréquence de colonisation de ce type seul est insignifiante. Ceci confirme l'attractivité réduite des pondoirs de type 2.

En conclusion de ce paragraphe, les pondoirs de type 1 présentent une attractivité sensiblement équivalente à celle des pondoirs OMS, alors que l'attractivité des pondoirs de type 2 est nettement plus réduite.

3.1.2. Efficacité attractive déterminée à partir du nombre d'oeufs pondus:

L'examen des données en présence-absence ne fournit que des résultats insuffisants. En effet, il ne permet pas de déterminer combien de femelles ont pondu dans chaque type de pièges, ce qui serait une mesure de l'attractivité plus proche de la réalité. Cette quantification n'est possible qu'à partir des données disponibles, c'est à dire les quantités de larves écloses par pondoir. Ces quantités peuvent être ramenées à des nombres d'oeufs par pondoir en supposant que la probabilité d'éclosion des oeufs est identique quelle que soit la nature du gîte. Il demeure cependant impossible de relier directement la quantité d'oeufs pondue au nombre de femelles ayant pondu. En effet, 10 oeufs peuvent avoir été pondus par 10 femelles comme par une

	espèce de moustique	Pondoir OMS (témoin)	Pondoir piège	Chi carré
Premier type	<i>A. aegypti</i>	52,44 % (4,96)	53,44 % (4,98)	2,93
	<i>A. polynesiensis</i>	36,12 % (4,75)	23,17 % (4,28)	13,91
Deuxième type	<i>A. aegypti</i>	60,00 % (9,22)	12,61 % (4,41)	57,97
	<i>A. polynesiensis</i>	35,00 % (9,99)	4,20 % (4,04)	35,87

Tableau 1 : Fréquences de pondoirs positifs pour chaque type de pondoir (intervalles de confiance à 95 %). Les différences sont considérées comme significatives si le khi carré observé est supérieur à 3,84 (ddl = 1; alpha = 0,05).

	espèce de moustique	Pondoir OMS (témoin)	Pondoir piège	Probabilité
Premier type	<i>A. aegypti</i>	7,27 (0,97)	4,70 (0,49)	2,8 E-6
	<i>A. polynesiensis</i>	4,43 (0,63)	4,23 (0,84)	0,702
Deuxième type	<i>A. aegypti</i>	8,97 (2,01)	2,27 (1,25)	4,16 E-3
	<i>A. polynesiensis</i>	3,83 (1,24)	1,20 (0,56)	0,154

Tableau 2 : Moyennes (intervalle de confiance de la moyenne avec alpha = 5 %) du nombre de larves écloses à partir de chaque type de pondoir et pour chaque espèce de moustique. La dernière colonne représente la probabilité pour les deux échantillons comparés soient égaux. Les moyennes sont considérées comme différentes si la probabilité est inférieure à 0,05.

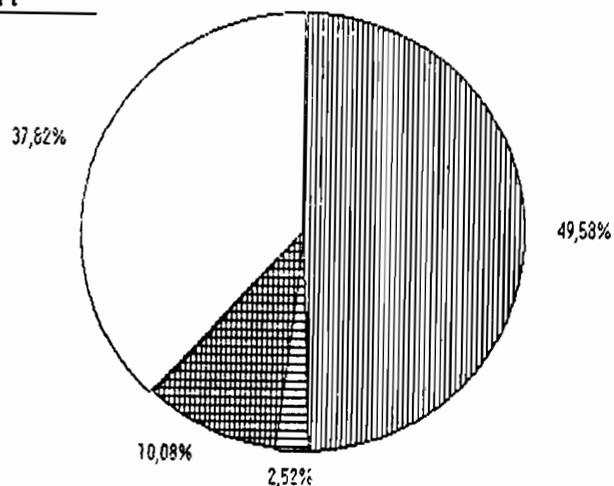
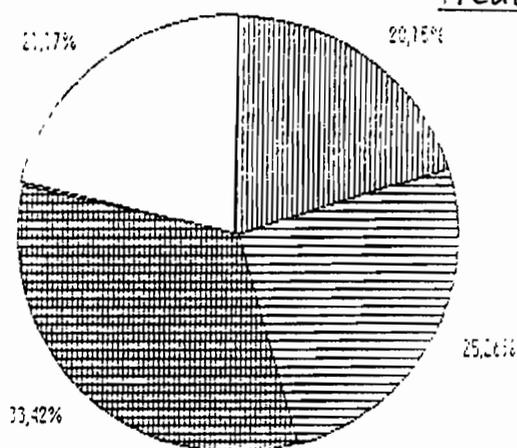
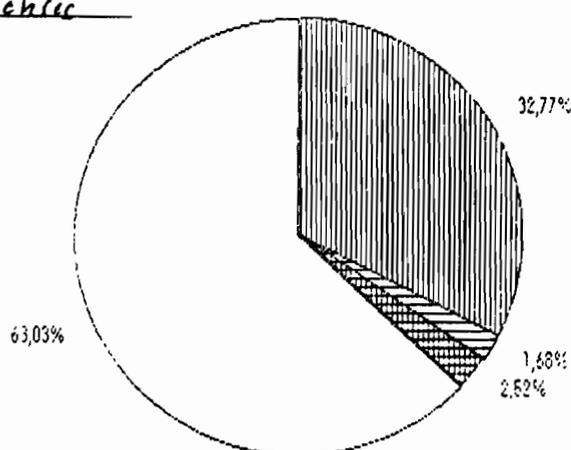
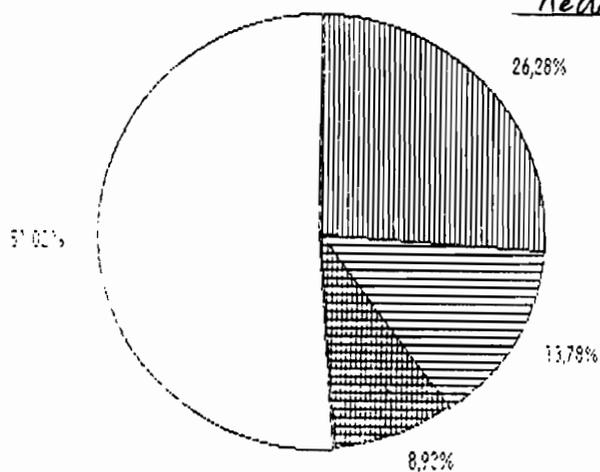
Aedes aegyptiAedes polynesiensisType 1Type 2

Figure 3 : Fréquences relatives des situations suivantes:

- Hachures verticales : Ponder OMS seul positif.
- Hachures horizontales : Ponder de types 1 ou 2 seul positif.
- Quadrillage : Ponder OMS et ponder piège simultanément positifs.
- Blanc : Aucun ponder positif.

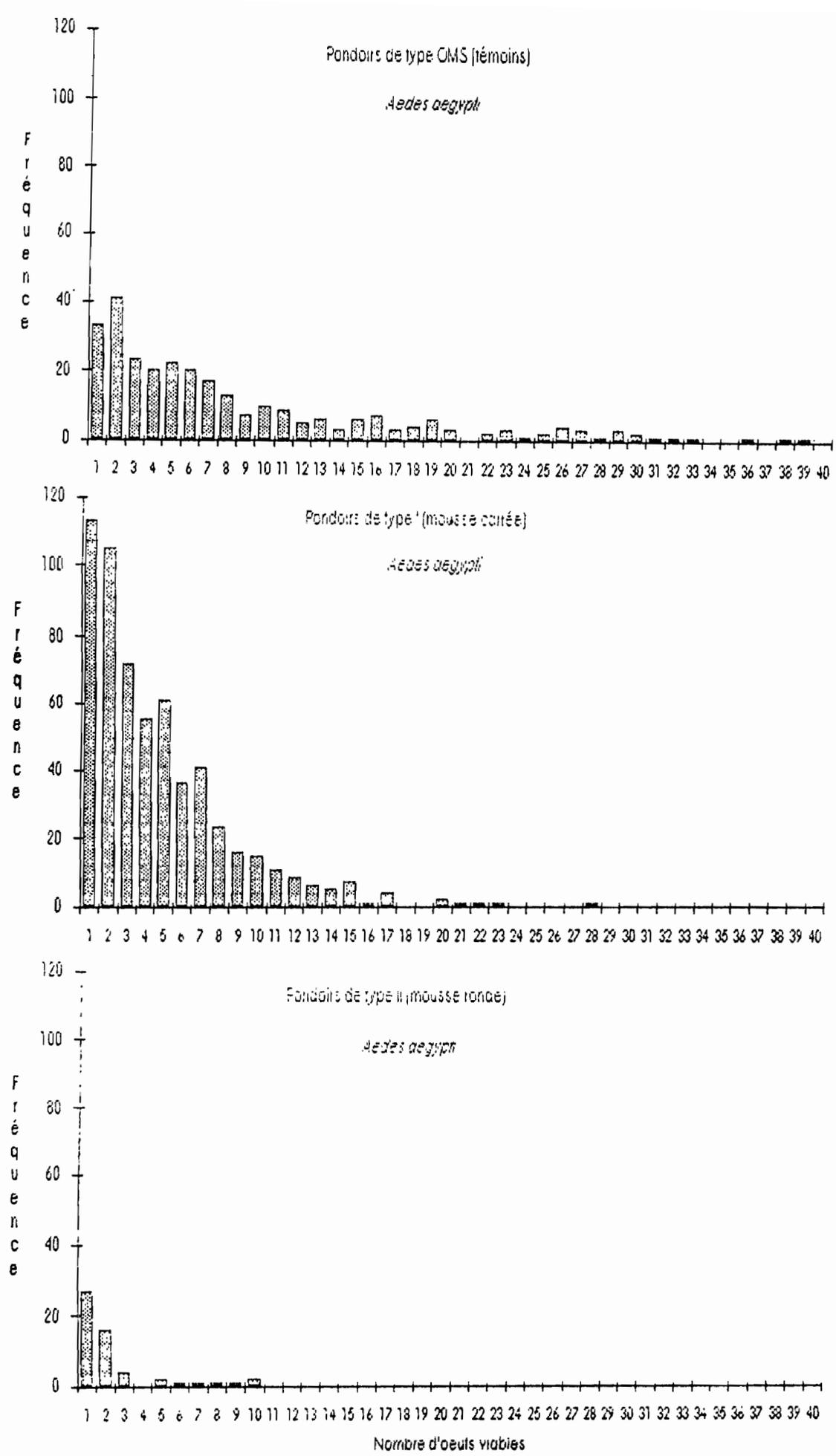


Figure 4 : Fréquences absolues des nombres d'oeufs viables d'*A. aegypti* par pondoir OMS, de type 1 et de type 2

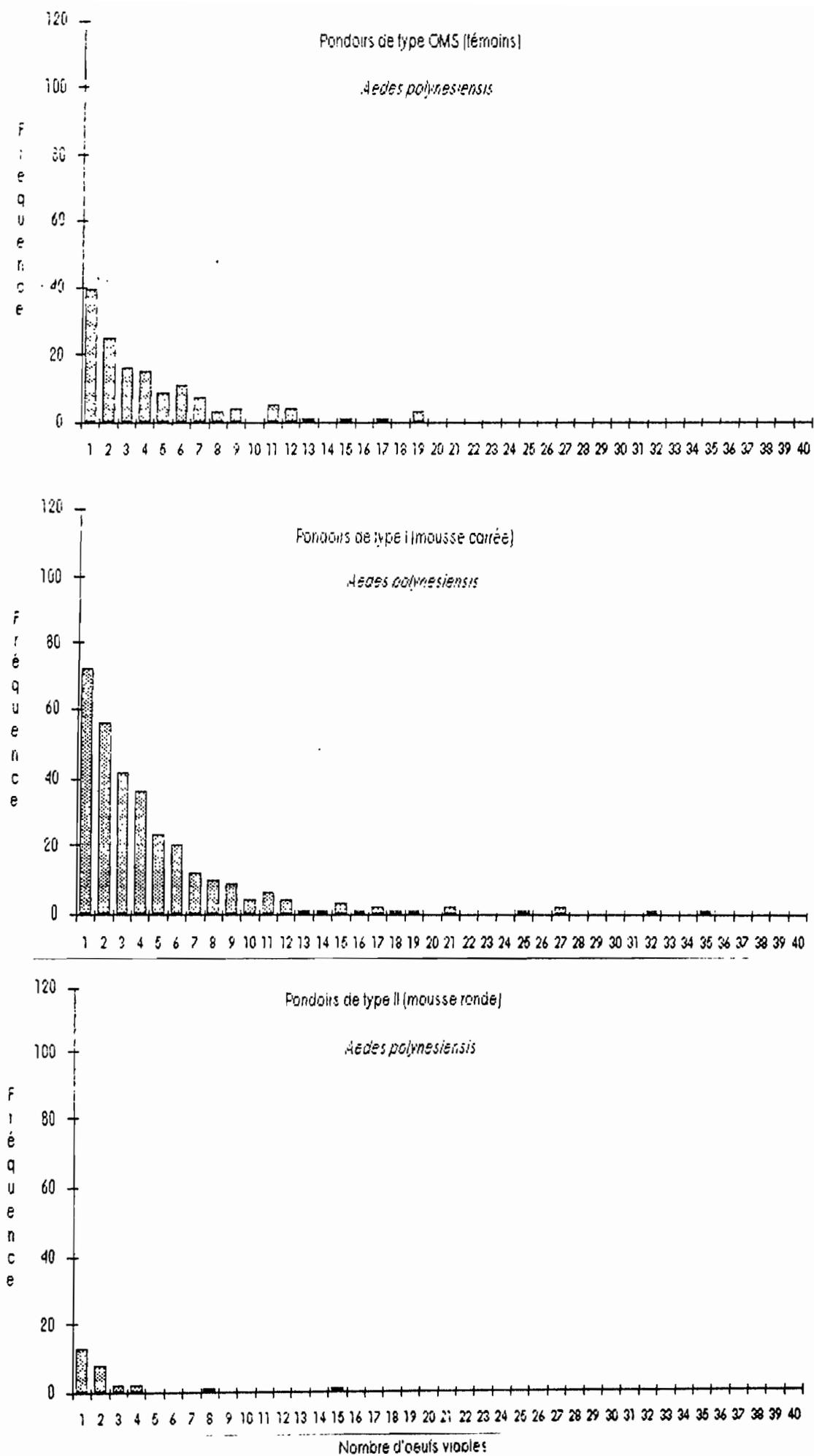


Figure 5 : Fréquences absolues des nombres d'oeufs viables d'*A. polynesiensis* par pondoir OMS, de type 1 et de type 2

seule. Les données disponibles dans la littérature indiquent qu'en élevage, les femelles peuvent produire entre 60 et 120 oeufs par ponte (CHRISTOPHERS, 1960). Cependant, l'examen des figures 4 et 5 montre que quel que soit le type de pondoir examiné, les quantités d'oeufs par pondoir comprises entre un et dix sont de loin les plus fréquentes. Ces figures ont toutes été réalisées avec la même échelle afin de montrer l'étendue des données disponibles.

Quelles que soient les considérations précédentes, le nombre d'oeuf présent par pondoir reflète bien la quantité de moustiques potentiellement éliminables si les pondoirs sont efficaces, et cet indice mérite donc d'être examiné.

Comme précédemment, seules les paires de pondoirs comprenant un témoin ont été considérées. Seuls les pondoirs positifs ont été pris en compte, ce qui permet de travailler sur des moyennes représentant réellement des nombres d'oeufs par pondoir, et permet de faire abstraction des différences de fréquences de pondoirs positifs.

Les moyennes de nombres d'oeufs par pondoir ont été comparées par le test "t" de Student. L'utilisation de cette technique est rendue possible par l'importance des effectifs qui permet de considérer que les nombres d'oeufs (ou de larves écloses) se distribuent suivant une loi Normale. De la même manière, l'homogénéité des variances, condition nécessaire à la réalisation du test "t" peut être considérée comme satisfaisante en liaison avec la taille des effectifs.

Les résultats obtenus sont repris dans le tableau 2.

Commentaire: Les pondoirs témoins collectent significativement plus d'oeufs d'*A. aegypti* que les pondoirs pièges. Les femelles de ce moustique pondent donc moins d'oeufs, ou moins de femelles pondent dans les pondoirs de types 1 et 2. Par contre, cette différence n'apparaît pas significative en ce qui concerne les oeufs d'*A. polynesiensis*. Cette observation confirme le bien fondé du traitement séparé des données concernant les deux espèces. Les moyennes observées montrent que le nombre d'oeufs d'*A. aegypti* pondus est supérieur à celui des oeufs de l'espèce "locale" quel que soit le type de pondoir considéré.

3.1.3. Efficacité des pondoirs en tant que pièges

L'attractivité des pièges doit être différenciée de leur aptitude à empêcher les moustiques d'atteindre l'âge adulte. Il s'agit en effet de conditions successives que les pièges doivent remplir pour être considérés comme utilisables en conditions de lutte réelle. L'estimation de l'efficacité des pondoirs pièges peut être réalisée par l'examen du nombre de larves présentes lors du ramassage du pondoir. En effet, le but des pièges est d'empêcher que les moustiques émergent. Or, on peut supposer que les larves trouvées vivantes dans le piège atteindront la mue imaginale. La proportion d'oeufs éclos (quotient du nombre de larves trouvées lors du ramassage du piège sur le nombre total de

larves obtenus après les procédures d'éclosion succédant au ramassage) est un indice d'inefficacité du pondoir. Cette proportion peut être calculée sur l'ensemble des données disponibles, car le résultat observé pour chaque piège et pour chaque semaine est *a priori* indépendant des autres.

La proportion du nombre de larves de larves écloses au ramassage sur le nombre total de larves écloses à été calculées à partir des quantités totales de larves obtenues sur l'ensemble de la période d'expérience. Ces résultats ne doivent pas être confondus avec la moyenne des proportions de larves écloses au ramassage, pour laquelle il ne faudrait prendre en compte que les pondoirs positifs.

Les résultats sont résumés dans le tableau 3.

Commentaires :

Les pondoirs de type 2 sont les plus efficaces en terme de piégeage car ils montrent les plus faibles proportions de larves écloses au ramassage. Ils ne sont cependant qu'environ deux fois plus efficaces que les pondoirs OMS qui ne sont pas conçus dans un but de piégeage. Les pondoirs du premier type sont encore beaucoup moins efficaces, avec des proportions de larves écloses au ramassage analogues à celles qui sont observées dans les pondoirs OMS. Aucune différence significative entre les deux espèces de moustiques ne peut être constatée. Les raisons de cette inefficacité sont à relier pour ce qui concerne les pondoirs de type 1 à la présence d'eau libre dans le pondoir, autorisée par la forme carrée de la mousse qui n'épouse pas le contour du récipient. En ce qui concerne les pondoirs de type 2, c'est la présence de la baguette qui provoque une dépression latérale dans le bloc de mousse, et permet là encore la formation d'une zone d'eau libre apparemment suffisante pour permettre l'éclosion des oeufs et la survie des larves. Ceci bien que les mousses rondes aient été utilisées précisément dans le but d'éviter la formation de zones d'eau libre.

Ces résultats sous-estiment probablement l'inefficacité des divers types de pondoirs, car ceux-ci sont changés chaque semaine, alors qu'en conditions "réelles" ils sont destinés à rester en permanence. Le fait de rester en permanence augmente beaucoup les risques d'éclosion des oeufs même après une longue période d'exposition. Les oeufs d'*Aedes* sont en effet très résistants à la dessiccation et peuvent éclore si ils sont inondés après plusieurs mois d'émersion.

De plus, c'est probablement la présence d'eau libre dans les pondoirs qui conditionne leur efficacité attractive et explique les résultats des paragraphes précédents.

	espèce de moustique	Nombre total de larves écloses	Nombre de larves écloses au ramassage	Proportion de larves écloses au ramassage
Pondoir OMS	A. aegypti	2592	1044	40,28 % (1,9)
	A. polynesiensis	803	413	51,43 % (3,5)
Premier type	A. aegypti	2745	1159	42,22 % (1,9)
	A. polynesiensis	1477	552	37,37 % (2,5)
Deuxième type	A. aegypti	131	34	25,95 % (7,9)
	A. polynesiensis	66	15	22,73 % (10,9)

Tableau 3 : Proportion de larves écloses (intervalles de confiance avec $\alpha = 5\%$) au ramassage des pondoirs, soit leur indice d'inefficacité. Les pondoirs OMS et de type 2 sont au nombre de 10, alors que les pondoirs de type 1 sont au nombre de 20. Les quantités totales ne doivent donc pas être comparées directement.

	espèce de moustique	Nombre d'oeufs éclos par baguette	Nombre d'oeufs éclos sur la mousse	Probabilité
Premier type	A. aegypti	0,24 (0,09)	2,99 (0,29)	3,2 E-13
	A. polynesiensis	0,52 (0,21)	3,17 (0,48)	1,9 E-13
Deuxième type	A. aegypti	2,00 (0,93)	0,86 (0,67)	0,056
	A. polynesiensis	1,86 (1,31)	1,21 (1,24)	0,491

Tableau 4 : Comparaison des moyennes (intervalles de confiance à 95 %) de larves écloses à partir des baguettes et à partir des blocs de mousse. Les probabilités sont d'autant plus élevées que les échantillons sont semblables.

3.1.4. Conclusion

En conclusion de cet examen de l'attractivité et de l'efficacité des différents pondoirs étudiés, nous observons dans le cas de *A. aegypti* les faits suivants:

La fréquence de pondoirs de type 1 colonisés est équivalente à celle des pondoirs OMS. Cependant, moins d'oeufs sont pondus dans chaque pondoir positif. Les pondoirs de type 1 présentent donc un potentiel d'élimination de *A. aegypti* inférieur à celui des pondoirs OMS.

La fréquence des pondoirs de type 2 colonisés par *A. aegypti* est très inférieure à celle des pondoirs OMS. De plus, beaucoup moins d'oeufs sont pondus par pondoir positif. Les pondoirs de type 2 présentent donc un potentiel d'élimination de *A. aegypti* inférieur à ceux des pondoirs OMS et de type 1.

Dans le cas de *A. polynesiensis*, les fréquences de pondoirs de types 1 et 2 positifs sont inférieures à celles des pondoirs OMS, mais les quantités d'oeufs par pondoir positif ne diffèrent pas significativement. Dans le cas de cette espèce de moustique, les pondoirs pièges présentent là encore un potentiel d'élimination inférieur à celui des pondoirs OMS.

L'inefficacité des pièges (ils fonctionnent comme des gîtes larvaires) rend de toute manière rédhibitoire leur utilisation. Cette utilisation dans le cadre d'une action de lutte ne ferait en effet qu'augmenter la quantité de gîtes larvaires disponibles. Une autre technique plus efficace doit être mise au point si l'on veut envisager l'utilisation de pièges pour la lutte contre les *Aedes*. Le projet qui suit ce rapport vise à étudier ce problème.

3.2.Aspects annexes de la présente expérience

3.2.1. Possibilité d'utiliser la mousse comme support de ponte:

Dans l'hypothèse d'une utilisation réelle de pièges, la baguette de plexiglas ne serait pas utilisée. Elle a été utilisée ici uniquement avec un but de contrôle car on ne savait pas au début de l'expérience si les *Aedes* pondraient sur la mousse.

Les moyennes de nombre d'oeufs éclos à partir de la mise en eau des baguettes et des blocs de mousse ont été comparées (tableau 4).

Dans le cas des pondoirs de type 1, le nombre d'oeufs pondus sur la mousse est très significativement supérieur au nombre d'oeufs pondus sur la baguette quelle que soit l'espèce de moustique.

Dans le cas des pondoirs de type 2, les différences ne sont pas significatives, et les nombres d'oeufs pondus sur la mousse et la baguette peuvent être considérés comme équivalents. Ces résultats montrent que les *Aedes* sont tout à fait capables de pondre sur des

blocs de mousse. Les résultats obtenus pour les pondoirs de type 1 peuvent être reliés à la présence d'eau libre en contact avec la mousse. Les femelles pondent en effet le plus souvent immédiatement au dessus du niveau de l'eau.

L'origine des larves trouvées écloses au ramassage ne peut pas être déterminée.

3.2.2. Comparaison des abondances de moustiques suivant les zones:

Compte tenu de la présence de pondoirs OMS dans plusieurs zones présentant des faciès apparemment différents, il est possible de rechercher si des différences existent entre les zones quant au nombre de moustiques capturés.

Pour cela, une analyse de variance a été réalisée, pour les deux espèces d'*Aedes*, en utilisant les résultats obtenus avec les pondoirs de type OMS qui servent de référence dans cette étude.

Les conditions d'utilisation pertinente de l'analyse de variance sont les suivantes:

- Normalité des populations d'origine
- Homoscédasticité ou homogénéité des variances entre les populations d'origine.

Les effectifs importants utilisés permettent de supposer la normalité des données.

L'homoscédasticité est testée à l'aide du test de comparaison de Bartlett.

Le test de comparaison multiple utilisé pour déterminer les différences entre populations est la méthode L.S.D. (Least Significant Difference). Ce test est utilisé dans ce cas précis car il limite le risque de ne pas détecter des différences entre populations. Ceci est une mesure de sécurité afin de ne pas considérer comme homogènes des populations qui ne le sont pas.

En ce qui concerne *A. aegypti*, l'analyse de variance permet de délimiter trois groupes dans l'ensemble des données (figure 6):

- Un premier groupe homogène comprenant les zones 1, 4 et 2 (moyennes du nombre d'oeufs par pondoir = 1,45; 1,79 et 2,32),
- un groupe représenté par la zone 3 (moyenne = 4,25),
- un groupe représenté par la zone 5 (moyenne = 13,32).

Les deux zones présentant les plus grandes quantités d'*A. aegypti* correspondent au PK 26,100. La zone 5, située en bord de mer dans une

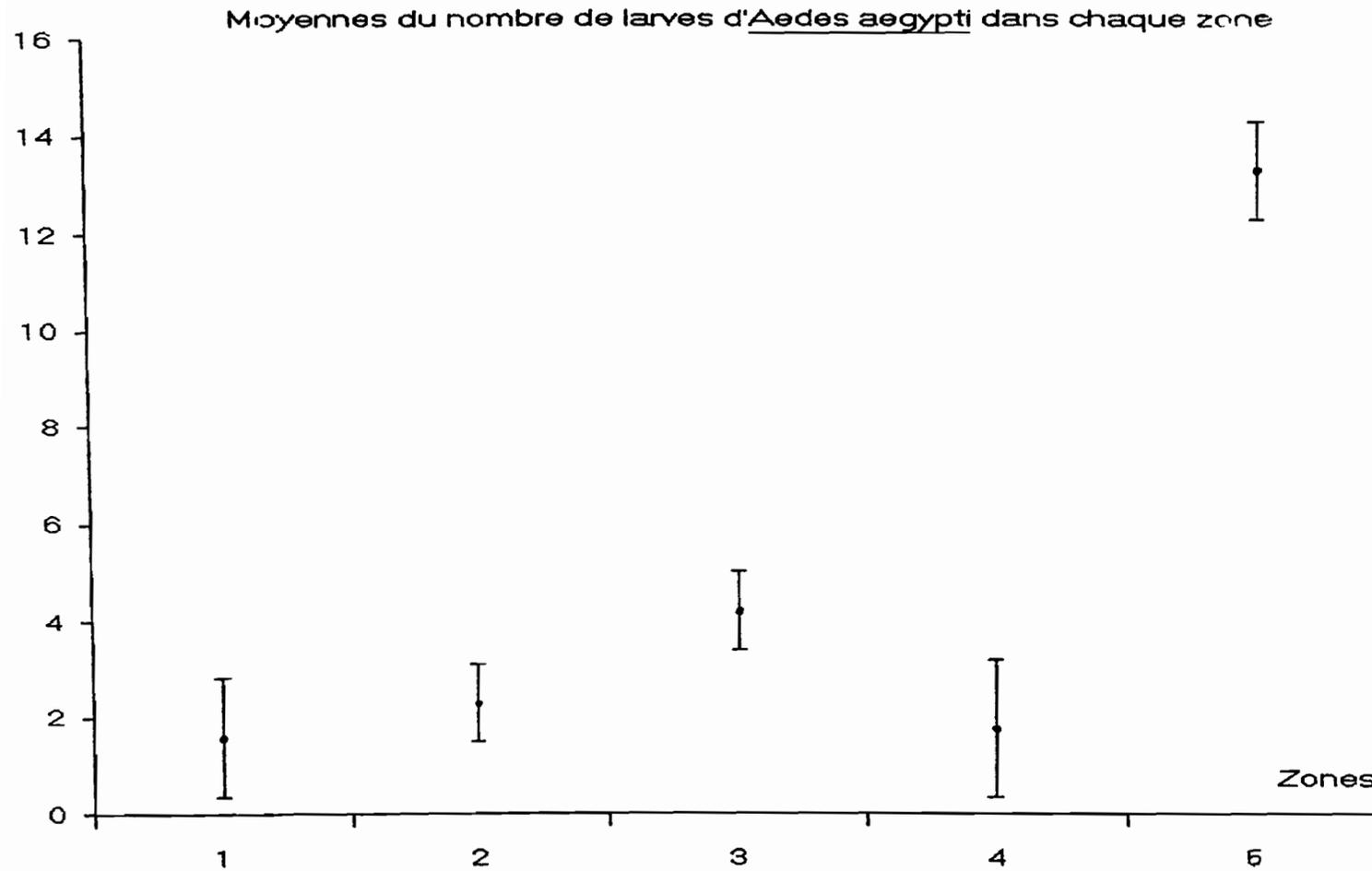


Figure 6 : Moyennes du nombre de larves d'*A. aegypti* obtenues par zone durant toute la période d'étude. Les intervalles de confiance sont déterminés à partir de la méthode du LSD (Least Significant Difference) et permettent une comparaison directe des moyennes.

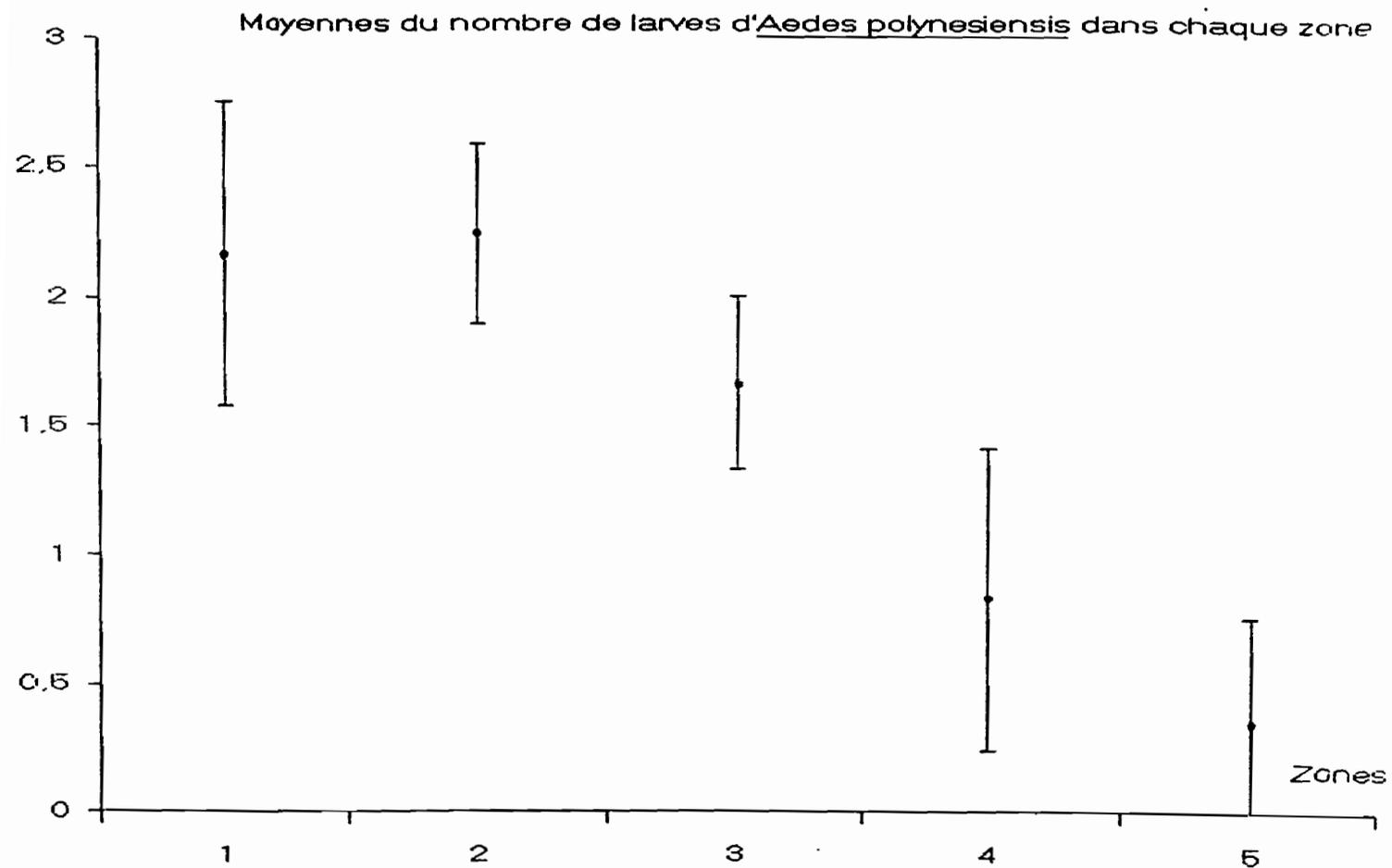


Figure 7 : Moyennes du nombre de larves d'*A. polynesiensis* obtenues par zone durant toute la période d'étude (voir la figure 6 pour les intervalles de confiance).

propriété regroupant de nombreux gîtes artificiels, présente une grande quantité de ce moustique ayant tendance à préférer les gîtes artificiels (d'origine humaine).

concernant *A. polynesiensis*, les cinq zones peuvent être scindées en deux groupes homogènes (figure 7):

- un premier comprenant les zones 5 et 4 (moyennes = 0,34 et 0,82)
- un deuxième comportant les zones 3; 1 et 2 (moyennes = 1,67; 2,17 et 2,25). Les zones où le plus grand nombre d'*A. polynesiensis* est capturé sont situées du côté montagne.

Quelle que soit l'espèce de moustique, des résultats analogues sont observés dans les zones 1 et 2 qui sont très proches, alors que la zone 4, séparée des deux précédentes par la route, semble beaucoup moins riche en *A. polynesiensis*.

3.2.3. Faisabilité du piégeage (pertes de matériel)

La présente expérience peut être considérée comme réalisée dans des conditions analogues à celles d'un essai de lutte en conditions réelles. Il est utile d'examiner la proportion de pièges perdus ou détériorés lors de la période d'étude. En effet, dans l'hypothèse d'une action réelle de lutte, et quelle que soit l'efficacité des appareils utilisés, leur situation en milieu naturel et/ou subissant des contacts humains les expose aux aléas climatiques, à l'action des animaux et au vandalisme. Ce problème est potentiellement considérable, car il peut nécessiter une surveillance des pièges en vue de leur remplacement. Dans le cas présent, et sur une période de 70 semaines -soit environ une année et demie- 32 pièges (tous types confondus) ont été détériorés ou perdus. Parmi ces 32 pièges, 14 avaient disparu lors du ramassage. Ces disparitions de pièges ne peuvent être attribuées qu'à une action humaine. Dans 8 autres cas, seules des parties de pièges avaient disparu, probablement là encore à la suite d'actions humaines.

La répartition des disparitions ou endommagement de pièges suivant les zones s'établit en effet de la manière suivante:

Zone	1	2	3	4	5
Nombre de pièges endommagés ou perdus	10	14	3	4	1
Nombre total de pièges dans la zone	7	11	11	5	6

Ce qui surprend à la lecture de ce tableau est la disparition de 24 pièges des zones 1 et 2 dont l'accès est limité en théorie à des agents de l'unité d'entomologie médicale de l'ITRMLM.

Parmi les disparitions observées, et si on excepte les disparitions multiples d'un même piège, on observe que 18 pièges ont été endommagés ou supprimés au moins une fois durant la période d'étude d'une durée de 70 semaines. Cela signifie qu'en cas d'utilisation de pièges de ce type dans une action de lutte à grande échelle, près de la moitié des pièges (18 pièges sur 40 au total) aurait été éliminée. Cette proportion est très importante et montre la nécessité d'une sensibilisation de la population avant une entreprise de lutte à grande échelle. Cette sensibilisation semble possible, car dans les zones 3 (située sur un chemin public) et 5 (chez des particuliers) très peu de pièges ont été endommagés. La sensibilisation de la population est d'autant plus indispensable qu'il est malheureusement impossible de réaliser des pièges résistant au vandalisme, alors qu'il est envisageable de réaliser des pièges résistants aux animaux ou aux intempéries.

3.2.4. Suivi temporel des captures

Disposant de données météorologiques sur les zones considérées (figure 8) pendant la période l'étude, il nous est possible de les mettre en parallèle avec les quantités de moustiques capturés.

L'évolution du nombre de larves d'*A. aegypti* en parallèle avec la pluviométrie hebdomadaire obtenue avec les pondoirs OMS est décrite par la figure 9. Les pluviométries représentées sur cette figure correspondent en fait aux semaines précédant la pose des pondoirs de la semaine considérée. Aucune corrélation n'est observée entre la quantité de larves collectées et la pluviométrie, que cette dernière soit contemporaine de la pose du pondoir ($R = 0,48 \%$) ou de la semaine précédente ($R = 0,2 \%$). Des résultats analogues sont obtenus avec les larves d'*A. polynesiensis* (figure 10), avec $R = 4,14 \%$ et $R = 0,97 \%$ dans les mêmes situations que précédemment.

Par ailleurs, on peut imaginer que la proportion des oeufs éclos au ramassage est supérieure en cas de pluie, la pluie faisant remonter le niveau de l'eau dans les pondoirs et immergeant les oeufs. Cependant, aucune corrélation ($R = 7,42 \%$) n'est mise en évidence entre le rapport du nombre d'oeufs éclos au ramassage sur le nombre total d'oeufs pondus dans les pondoirs de type 1 et la pluviométrie (figure 11). Là encore, les données disponibles sont trop espacées pour pouvoir conclure à une influence réelle de la pluviométrie.

L'examen des figures 9 et 10 ne permet pas de déceler de tendance à la diminution de la production d'oeufs (quelle que soit l'espèce de moustique) du début à la fin de la période d'étude. On aurait pu s'attendre à une telle diminution compte tenu du fait que les pondoirs ont été changés chaque semaine, se comportant ainsi en pièges car les oeufs pondus ne peuvent jamais atteindre le stade adulte. Toutefois, le protocole expérimental n'est pas adéquat pour étudier cet aspect de la technique de lutte. En effet, le suivi des densités de moustiques adultes n'a pas été effectué. De plus, la situation des pondoirs dans des zones isolées et susceptibles de réinvasions

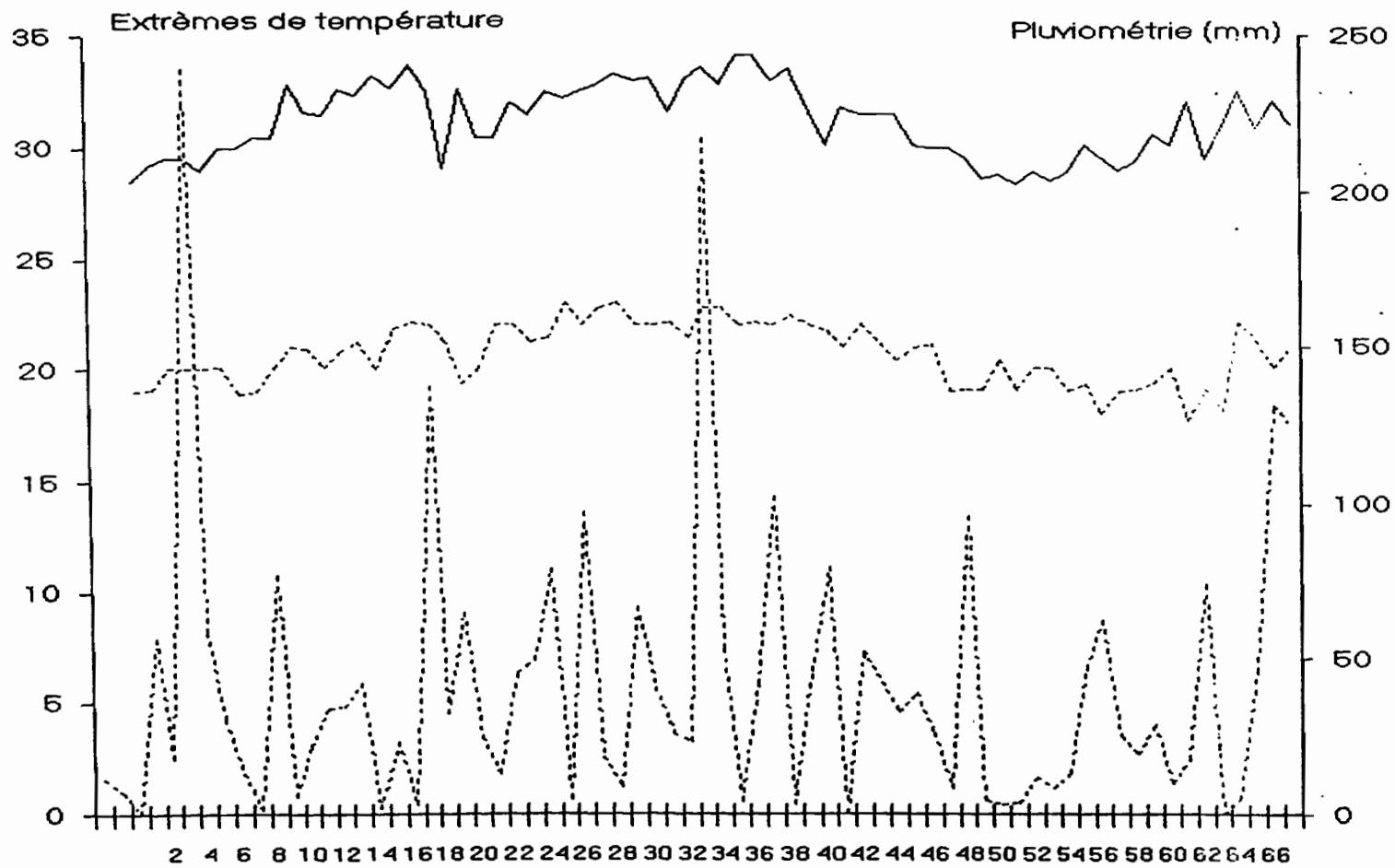


Figure 8 : Conditions météorologiques durant la période d'étude. La pluviométrie hebdomadaire est en millimètre par mètre carré. Les températures sont les maxima et minima hebdomadaires.

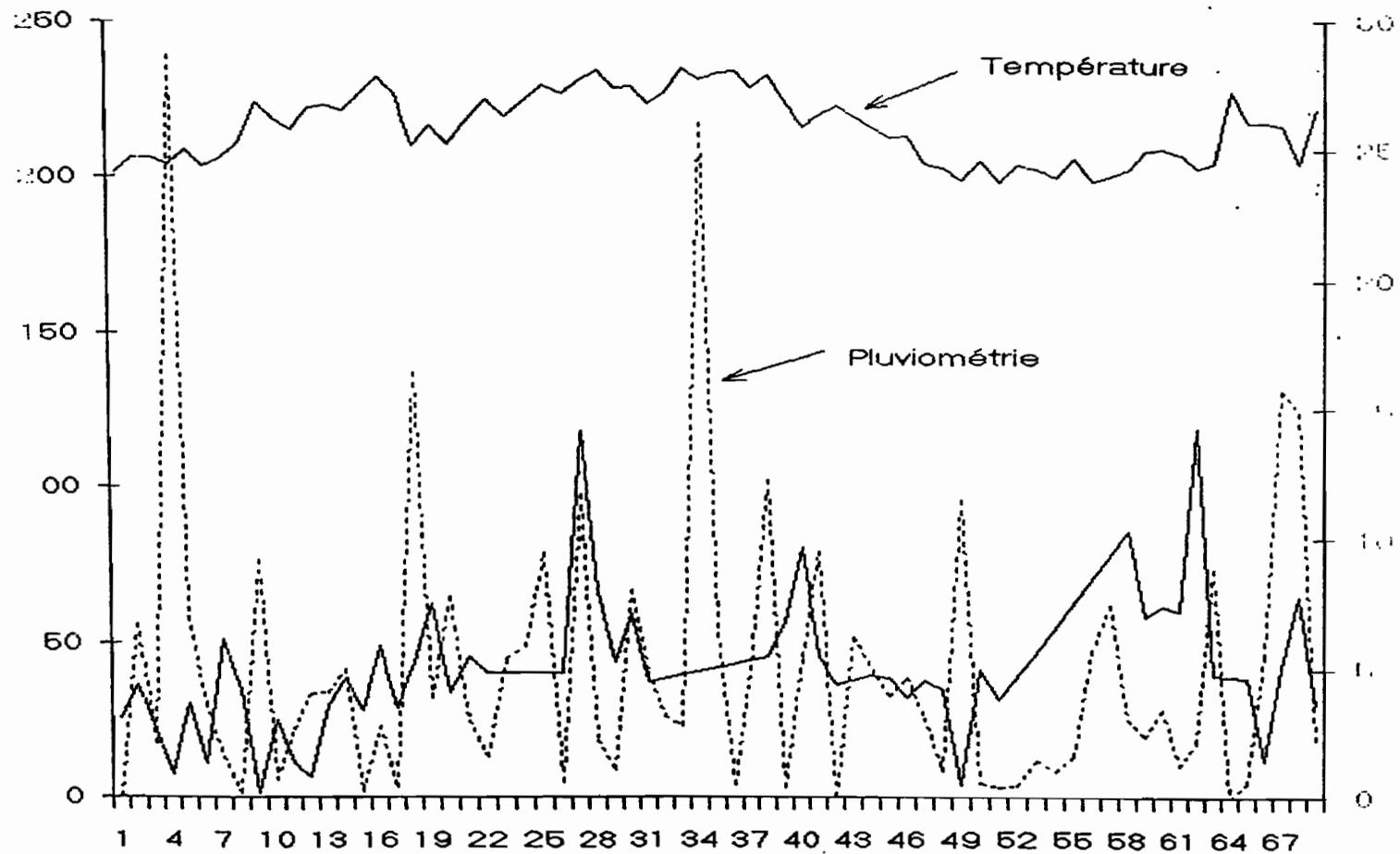


Figure 9 : Nombre d'oeufs d'*A. aegypti* recueillis par pondoir OMS et par semaine, en liaison avec la pluviométrie et la température.

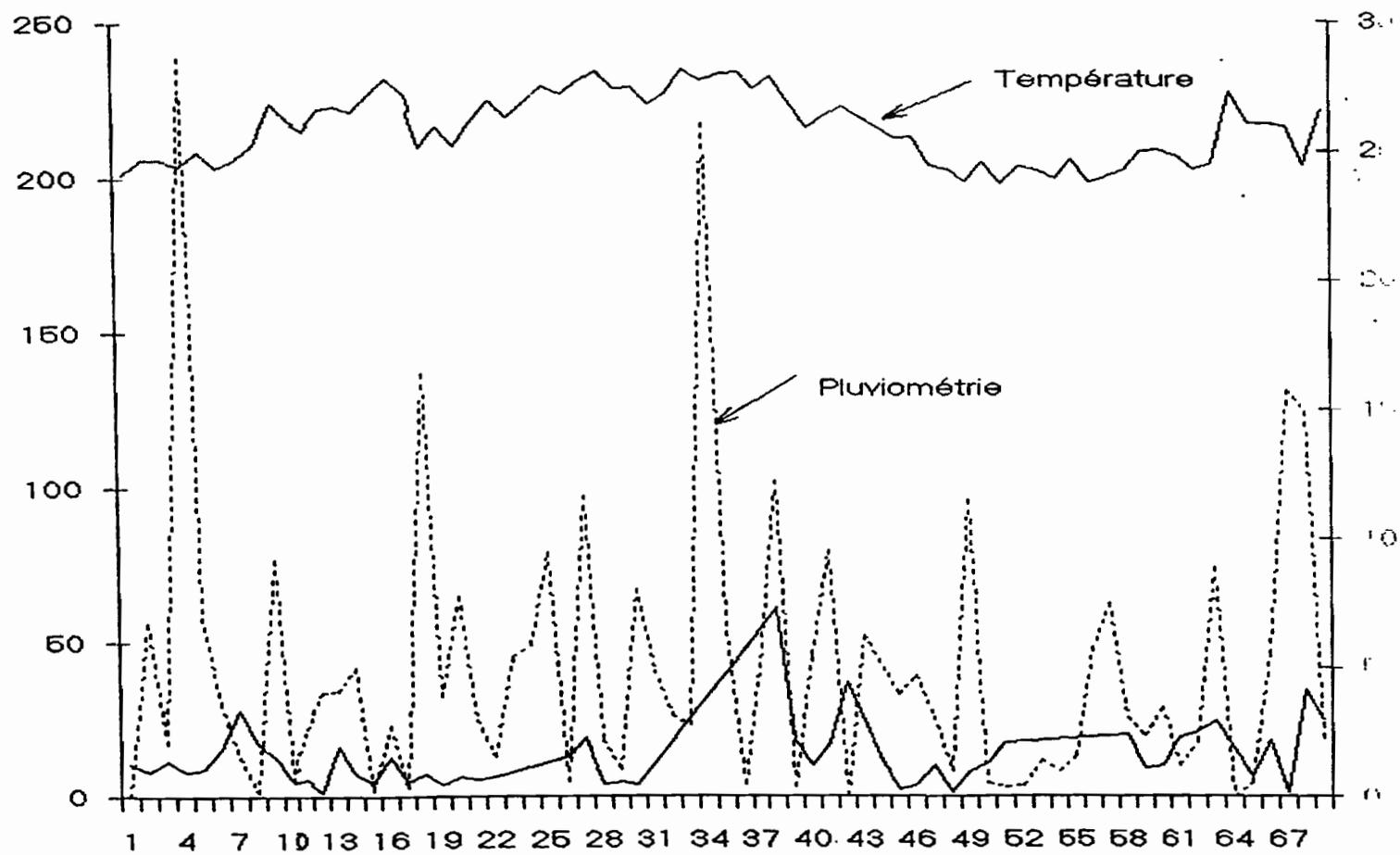


Figure 10 : Nombre d'oeufs d'*A. polynesiensis* recueillis par pondoir OMS et par semaine, en liaison avec la pluviométrie et la température.

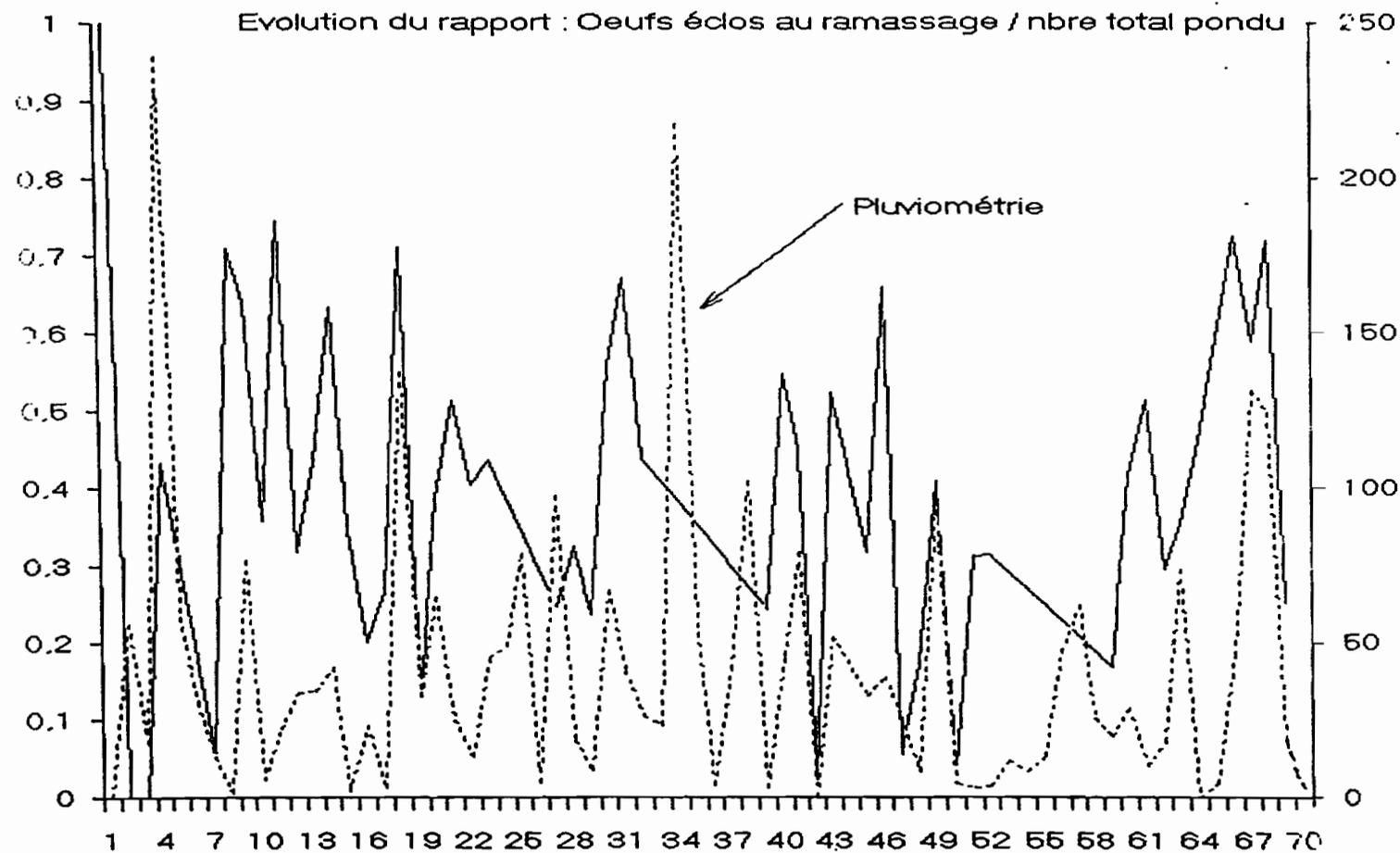


Figure 11: Evolution hebdomadaire du rapport "nombre de larves écloses au ramassage / nombre total de larves obtenues". Les pondoirs de type 1 sont utilisés, et l'espèce étudiée est *A. aegypti*.

périphériques constantes ne peut conduire à une bonne efficacité de la technique de lutte.

3.2.5. Coût des pondoirs

Le prix unitaire de chaque pondoir piège est de 90 CFP (en mai 1990) se décomposant en 45 CFP par pot, environ 20 CFP pour le bloc de mousse et 25 CFP pour la plaque de polyéthylène transparent destinée à attirer les moustiques.

3.2.6. Présence de *Toxorhynchites amboinensis* dans les pondoirs

La présence de larves de *Toxorhynchites amboinensis* a été observée occasionnellement dans les pondoirs de type OMS (à 25 reprises sur 530 pondoirs de ce type relevés). Nous n'avons pas tenu compte de la présence de ces larves lors du traitement des données. Cependant, ces larves sont prédatrices de larves d'*Aedes* et leur présence conduit donc à sous-estimer les quantités de larves présentes au ramassage dans les pondoirs. Cette sous estimation ne fait que renforcer les différences entre les pondoirs OMS et les pondoirs pièges, et ne modifie donc pas les conclusions précédentes.

3.2.7. Délai d'efficacité des pondoirs

L'examen des quantités de larves obtenues à partir des pondoirs pièges montre que celles-ci sont quasiment nulles durant les deux premières semaines de l'expérience. Ceci n'est pas observé dans les pondoirs OMS. Une explication possible à ce phénomène est la présence d'un réactif repoussant les moustiques sur les pots en plastique neufs. Il sera nécessaire de tenir compte de ce délai d'efficacité des pondoirs lors de futurs essais éventuels.

4. Critique du protocole expérimental :

Parmi les problèmes rencontrés lors du traitement des données, nous pouvons recenser :

- Le nombre élevé de semaines pour lesquelles les données n'ont pu être obtenues limite l'étude du suivi temporel à un examen général.
- Le choix des zones d'étude qui a été laissé au technicien responsable du relèvement des pondoirs.
- Les zones choisies présentent des surfaces variables, et des densités de pondoirs variables. Les différents type de pondoirs sont présents en proportions variables suivant les zones, et répartis spatialement de manière variable à l'intérieur de chaque zone. Les gîtes présents dans les différentes zones n'ont pas été recensés. Ces problèmes ont entraîné l'impossibilité d'exploiter toute les données.

Le but de l'expérience étant de tester l'efficacité des pièges proposés, des résultats analogues auraient très probablement pu être obtenus à partir d'expériences au laboratoire à moindre frais. En effet, le seul avantage de l'expérimentation en conditions réelles a été de fournir des indications sur les taux de pertes des pondoirs.

Avant d'envisager des essais de lutte sur le terrain, il sera nécessaire de vérifier si le type de lutte envisagé peut réellement être efficace. En effet, les effets des pondoirs pièges (si ils étaient efficaces) seraient analogues à ceux de pondoirs OMS changés toutes les semaines. Cependant, la méthode de lutte repose sur l'utilisation de pièges en densité beaucoup plus importante que celles qui sont utilisées pour l'échantillonnage. Destinée uniquement à vérifier l'efficacité des pièges, la présente étude ne permet pas de vérifier cette efficacité compte tenu de l'absence de contrôle de l'évolution des densités de moustiques adultes.

5. Conclusion

Les pièges essayés n'ont pas satisfait aux conditions requises pour leur utilisation lors d'une opération de lutte contre les moustiques du genre *Aedes*. Par ailleurs, il sera nécessaire de tenir compte des pertes de pièges qui peuvent constituer un obstacle important à leur efficacité. Les données générales obtenues lors de cette étude confirment les différences entre les deux espèces d'*Aedes* polynésiennes.

Par ailleurs, l'étape du cycle qui est visée avec ce type de piégeage (descendance de femelles ayant pondu) n'est pas à première vue la plus "rentable". En effet, la possibilité pour une même femelle de pondre dans plusieurs gîtes successifs peut conduire à une dissémination dans de nombreux gîtes (pièges ou non). De plus, une femelle ayant pondu peut de nouveau piquer et retransmettre un agent pathogène. Pour ces raisons (d'autres raisons sont avancées dans le projet de recherche qui suit), il nous semble préférable de piéger directement les femelles qui viennent pondre en plus de leur descendance.

Le projet suivant ce rapport prolonge la discussion précédente en proposant la mise au point d'un nouveau type de piège, ainsi que la vérification de l'efficacité potentielle de ce type de méthode de lutte. Nous avons tenté de tenir compte des enseignements de la présente expérience lors de la rédaction de ce projet.

6. Références bibliographiques:

ANDREWS, H.P.; SNEE, R.D. & SARNER, M.H. -1980- Graphical display of means. *The American Statistician*, **34** : 195-199.

BENTLEY, M.D. & DAY, J.F. -1989- Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Ann. Rev. Entomol.* **34** : 401-421.

CHADEE, D.D. & CORBET, P.S. -1987- Seasonal incidence and diel patterns of oviposition in the field of the mosquito, *Aedes aegypti* (L.) (Diptera : Culicidae) in Trinidad, West Indies a preliminary study. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, **81** : 151-161.

CHAN, K.L.; NG, S.K. & TAN, K.K. -1977- An autocidal ovitrap for the control and possible eradication of *Aedes aegypti*. *Southeast Asian J. Trop. Med. and Pub. Health.* **8**(1) : 56-62.

CHRISTOPHERS, S.R. -1960- *Aedes aegypti* (L.). The yellow fever mosquito. Cambridge University Press. (in CHADEE & CORBET, 1987)

FAY, R.W. & PERRY, A.S. -1965- Laboratory studies of ovipositional preferences of *Aedes aegypti*. *Mosq. News*, **25** : 276-281.

KLEIN, J.M. & RIVIERE, F. -1982- Perspectives de lutte contre les moustiques et les moucheron piqueurs dans les atolls des Tuamotu (Polynésie Française). ORSTOM Tahiti. Notes et Doc. Hyg. Public Health. 25 p.

LARDEUX, F.; LONCKE, S.; SECHAN, Y.; KAY, B.H. & RIVIERE, F. -1990- Potentialities of *Mesocyclops aspericornis* (Copepoda) for broad scale control of *Aedes polynesiensis* and *Aedes aegypti* in French Polynesia. *Arbovirus Research in Australia - Proceedings 5th Symposium* : 154-159.

LONCKE, S. -1991- Bio-écologie de *Mesocyclops aspericornis* Daday, 1906 (Copepoda : Cyclopoida), agent de lutte biologique contre les *Aedes* vecteurs en Polynésie Française. Thèse de Doctorat - Université Montpellier II. 124 p.

RIVIERE, F. & THIREL, R. -1981- La prédation du Copépode *Mesocyclops leuckarti pilosa* (Crustacea) sur les larves de *Aedes (Stegomyia) aegypti* et de *Ae. (St.) polynesiensis* (Dip.:Culicidae). Essais préliminaires d'utilisation comme agent de lutte biologique. *Entomophaga*, **26**. 427-439.

RIVIERE, F.; KAY, B.H.; KLEIN, J.M. & SECHAN, Y. -1987- *Mesocyclops aspericornis* (Copepoda) and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* for the biological control of *Aedes* and *Culex* vectors (Diptera : Culicidae) breeding in crab holes, tree holes and artificial containers. *J. Med. Entomol.*, **24** : 425-430.

RIVIERE, F. -1988- Ecologie de *Aedes (Stegomyia) polynesiensis*, Marks, 1951 et transmission de la filariose de Bancroft en Polynésie. Thèse de Doctorat - Université de Paris Sud. 475 p.

SCHERRER, B. -1984- Biostatistique. Gaëtan Morin éditeur (Québec), 850 p.

SUZUKI, T. & SONE, F. -1978- Breeding habits of vector mosquitoes of filariasis and dengue fever in western Samoa. *Jap. J. Sanit. Zool.*, **29**: 279-286.

PROJET DE MISE AU POINT ET DE TEST D'UN PIEGE A *AEDES*.

par Stéphane LONCKE

1. INTRODUCTION :

Les moustiques du genre *Aedes* constituent un problème médical important en Polynésie Française. En effet, *Aedes aegypti* est vecteur de la dengue, et *Aedes polynesiensis* transmet l'agent de la filariose lymphatique: *Wuchereria bancrofti*. Par ailleurs, ces moustiques sont à l'origine de nuisances importantes.

La mise au point de techniques de lutte contre les *Aedes* connaît actuellement une certaine désaffection en Polynésie. Ceci est lié à la mise en place d'un grand projet de lutte contre les simulies dans l'archipel des Marquises, et aux échecs relatifs des essais de lutte biologique (avec *Toxorhynchites amboinensis* puis *Mesocyclops aspericornis*) qui étaient l'objet des recherches de ces dernières années. Le problème des *Aedes* demeure cependant. Il s'accompagne d'une recrudescence sensible de la filariose lymphatique depuis la cessation des traitements systématiques avec la Notézine (DEC), et de l'endémisation de la dengue.

Compte tenu de la difficulté de la lutte anti-larvaire face à des moustiques capables de coloniser des gîtes très abondants et très variés, il apparaît souhaitable de s'attaquer à une autre écophase du moustique. Le présent projet vise à la mise au point d'une technique de piégeage des *Aedes* lors de l'oviposition.

La réalisation d'un tel piège fournirait une technique de lutte contre les *Aedes* très séduisante de part son innocuité vis à vis de l'environnement et sa simplicité relative de mise en oeuvre comparativement aux techniques de lutte anti-larvaires (lutte chimique, lutte biologique) ou anti-adultes (pulvérisations d'insecticides).

Deux conditions impératives doivent être vérifiées pour pouvoir envisager une action de lutte basée sur la capture des femelles adultes de moustiques:

- Disposer d'un piège au moins aussi attractif que les gîtes larvaires habituels du moustique.
- Etre certain que la mise en place de ces pièges conduit à une diminution significative de la densité de moustiques adultes.

Le présent projet s'articule donc autour de deux parties:

- La mise au point d'une technique de piégeage efficace à partir des données présentes dans la littérature.
- L'estimation au laboratoire de l'impact du piégeage sur la densité de moustiques adultes.

2. MISE AU POINT D'UN PIEGE EFFICACE

2.1. Choix du stade piégé :

Le concept de piège à moustique repose, dans le cadre de ce projet, sur l'utilisation des facteurs liés au déclenchement de l'oviposition chez les femelles d'*Aedes*. L'expérience de CHAN *et al.* (1977), qui piègent les moustiques lors de l'oviposition, est en effet la seule connue de nous et aussi la seule concluante à ce jour. De plus, comme le soulignent BENTLEY & DAY (1989) "Oviposition is an important component of most mosquito-borne diseases" et "Oviposition site selection by mosquitoes is a critical factor in both survival and population dynamics and has important implications with regard to mosquito control".

Faut-il mieux piéger les femelles au moment de l'oviposition, empêcher les oeufs d'éclore (voir le rapport précédent), ou les nymphes d'émerger? Le piégeage des femelles nous semble *a priori* le plus efficace pour les raisons suivantes:

- C'est un moyen plus aisé d'interrompre le cycle de transmission d'une maladie. En effet, les femelles piégées à l'oviposition ont la potentialité de retransmettre un agent pathogène, ayant déjà piqué au moins une fois pour pouvoir pondre (la transmission trans-ovarienne étant supposée négligeable). Or, un piège à larves n'interrompt pas la transmission (ou beaucoup moins vite) s'il laisse échapper des femelles porteuses d'agents pathogènes après qu'elles aient pondu.
- Le piégeage des femelles porteuses d'oeufs permet de gagner une génération par rapport au piégeage des larves. Ceci est important, car en cas de piégeage imparfait (cas ou une partie des individus, que l'on espère faible, réussit à échapper au piège), un piège qui capture les femelles gravides laisse moins de chance à de futures générations qu'un piège qui capture uniquement les moustiques à l'émergence.
- La capture des femelles gravides peut permettre de n'avoir à utiliser que les facteurs susceptibles de déclencher le comportement de "pré-oviposition" (sélection du gîte), et non les facteurs déclenchant l'oviposition elle-même, et ainsi de faire l'économie d'une phase expérimentale nécessaire pour tester les derniers facteurs.

- La capture des femelles gravides permet d'obtenir un résultat plus rapide que la capture des larves (une femelle gravide peut en effet encore piquer après sa première oviposition), ce qui est important au niveau de la perception de la méthode de lutte par la population qui apprécie toujours des résultats rapides.
- La raison la plus importante de capturer des femelles gravides est la possibilité pour une femelle de pondre de manière sporadique après un seul repas sanguin dans plusieurs gîtes (voir les fréquences de nombres d'oeufs pondus dans l'expérience précédemment décrite). Ceci peut correspondre à un phénomène adaptatif optimisant les chances de survie en cas de gîtes larvaires mal choisis, aussi bien qu'à une réalité physiologique qui peut conduire à ce que tous les oeufs ne connaissent pas une maturation simultanée. La capture des femelles gravides est le seul moyen de les empêcher de pondre dans des gîtes successifs et variés.

Il est par ailleurs possible d'envisager un piège capturant simultanément les femelles gravides et les moustiques émergents (cas d'un piège n'empêchant pas la ponte et permettant l'éclosion des oeufs et la maturation des larves), ceci se ferait toutefois au détriment de la deuxième des raisons exposées précédemment (cas d'un piège "imparfait").

2.2. Principe du piège :

Pour pouvoir envisager la mise au point d'une technique de piégeage efficace, il est indispensable de tenir compte de l'attractivité du piège.

Les facteurs susceptibles d'induire la localisation et la sélection d'un site de ponte relèvent de réponses visuelles, olfactives et tactiles, que l'on peut subdiviser en facteurs physiques et facteurs chimiques.

Une étude bibliographique sommaire fournit la base de nombreuses pistes potentiellement utilisables pour la réalisation d'un piège attractif. BENTLEY & DAY (1989) en recensent ainsi un certain nombre dans un article abordant la littérature sur ce sujet, sans prétendre être exhaustifs.

2.2.1. Réponses à des stimuli physiques :

Les facteurs suivants ont été décrits comme étant susceptible d'influencer la ponte :

- La couleur du site,
- La densité optique,
- La texture,
- La température,

- La réflectance,
- L'humidité du substrat,
- Différents facteurs tactiles.
- Le positionnement des pondoirs (hauteur d'accrochage, exposition au soleil, exposition à la pluie, végétation environnante).

A titre d'exemple, *Aedes triseriatus* préfère les pièges présentant une ouverture horizontale, de texture rugueuse, avec des parois sombres, et sur un fond lui aussi sombre (WILTON, 1968).

L'étude plus fine des aspects comportementaux peut aussi être nécessaire pour la mise au point d'un piège efficace. Il faut de plus tenir compte de la combinaison possible de facteurs chimiques et physiques. Il est par ailleurs envisageable d'utiliser la périodicité de l'oviposition chez les *Aedes* (CHADEE & CORBET (1987).

Il sera nécessaire de tenir compte éventuellement des conditions de survie de la femelle si elle n'est pas immédiatement tuée dans le piège (l'augmentation de la durée de vie augmente le probabilité d'"évasion" d'une femelle piégée).

2.2.2. Réponses à des stimuli chimiques :

Des réponses positives aux différentes substances suivantes ont été décrites :

- Butyrate de Méthyle chez *A. aegypti*
- Matrone (substance produite par la glande accessoire des mâles.
- Présence préalable de larves ou de nymphes de la même espèce BENTLEY & DAY (1989); Nombre de ces larves.
- Esters d'acides gras de faible poids moléculaire (Acétate, Propionate, Butyrate).
- Terpènes (Carvacrol, Citral, Eugénol, Farnésol) chez *A. aegypti*.
- Acide caprique (larvicide)
- Culture de *Pseudomonas aeruginosa* à cause des substances produites (7,11-diméthyl-octadécane).
- Méthoprène (régulateur de croissance) chez *A. aegypti*
- Bois décomposé (les substances produites, p-crésol) chez *Aedes triseriatus*.
- Créosote de hêtre chez *Culex*
- Blanc d'oeuf (chez *Culex*)

L'utilisation de produits empêchant la ponte peut de plus être envisagée pour empêcher les femelles de pondre une fois capturées.

Parmi les produits décrits comme ayant cet effet, on trouve par exemple:

- Le chlorure de sodium.
- Divers acides gras.

- Des produits d'origine végétale : Eucalyptol, Citronellal, Géraniol, extraits de *Hemizonia fitchii*, de *Lemna minor*.
- Insecticides: Dursban 2E à 1125 ppm, Cyperméthrine, Fenvalérate, Décaméthrine, Perméthrine, Malathion et Abate selon la dose.

L'ensemble de ces facteurs ayant fait l'objet de publications, il sera possible d'en tenir compte lors de la mise au point d'un piège efficace.

2.2.3. Caractéristiques du piège :

Si la nature des facteurs attractifs ou déclenchant l'oviposition est bien décrite dans la littérature (leur efficacité dans le cadre de la mise au point d'un piège restant à vérifier), il reste toutefois à mettre au point un appareillage capable de transformer un pondoir attractif en piège. Ce piège (en plus d'être le moins "imparfait" possible) devra de plus satisfaire autant que possible aux critères suivants:

- Ne pas pouvoir devenir un nouveau gîte à moustiques, que se soit à l'état intact ou après destruction accidentelle.
- Coûter le moins cher possible
- Etre facile à réaliser avec des matériaux courants et en grand nombre.
- Etre ou au moins aussi attractif que les gîtes habituels du moustique.
- Etre résistant aux intempéries et aux animaux.
- Etre protégé des actions humaines, soit physiquement ou par une sensibilisation sérieuse de la population.
- Ne pas nécessiter d'interventions ultérieure à sa pose (au moins durant une longue période).
- Tenir compte de l'espèce visée (*A. aegypti* est différent de *A. polynesiensis*) et des risques de capture d'animaux non nuisants.

Les modes d'action suivants (liste non exhaustive) pourront être examinés:

- Utilisation de nasses. Les nasses sont un mode de piégeage universellement utilisé. Il est possible d'envisager leur utilisation pour capturer des moustiques.
- Utilisation d'adhésifs. Ce mode d'action s'inspire des papiers collants utilisés pour lutter contre les mouches.

- Essai de prédateurs. Le pondoir utilisé doit dans ce cas fournir un milieu favorable à la persistance du prédateur utilisé. Parmi les prédateurs utilisables, *Toxorhynchites amboinensis* et *Mesocyclops aspericornis* sont des candidats possibles, qui présentent l'avantage d'avoir été bien étudiés à l'unité de lutte anti-vectorielle de l'ITRMLM. L'utilisation de prédateurs de larves est plutôt envisagée ici comme un complément de la capture des adultes afin de supprimer des larves éventuellement écloses. Des prédateurs d'adultes peuvent être aussi utilisables. Parmi les prédateurs présentant une taille et un comportement compatibles avec leur utilisation dans des milieux confinés, les araignées et éventuellement les fourmis constitueraient de bons candidats.
- Utilisation de substances toxiques (utilisables uniquement si leur action est limitée aux moustiques, pour des raisons de sécurité vis à vis de la population et de protection de l'environnement). Ces substances peuvent jouer un rôle attractif tout en ayant des propriétés insecticides (cas du Méthoprène).

Des combinaisons entre les différentes techniques sont bien sûr envisageables. D'autres modalités de capture des moustiques peuvent être envisagées, mais elles devront rester compatibles avec les impératifs de simplicité et de coût réduit déjà décrits.

2.3. Procédure d'expérimentation :

Les expérimentations destinées à la mise au point d'un piège efficace pourront être effectuées en laboratoire. Des essais peuvent en effet être réalisés dans des cages à moustique ou d'autres endroits confinés mais de taille supérieure. L'utilisation de moustiques d'élevage permettra par ailleurs de disposer de lots de moustiques homogènes et possédant un état physiologique bien déterminé. Les élevages de moustiques réalisés actuellement à l'unité de lutte anti-vectorielle permettront de satisfaire cette demande.

Il sera nécessaire tout d'abord de déterminer l'attractivité des pièges testés (par comparaison avec les pondoirs pièges de type OMS qui sont bien connus). Cette détermination pourra être réalisée notamment par des épreuves de choix entre plusieurs types de pondoirs ou gîtes.

L'efficacité des pièges (capacité à retenir les moustiques capturés) pourra être testée en laboratoire, en dénombrant les moustiques morts, ou encore les moustiques s'échappant de pièges dans des cages. Ces procédures varieront avec le mode d'action des pièges testés.

Cette approche visera le moustique *Aedes aegypti* dans un premier temps, compte tenu de l'intérêt potentiel d'une technique de lutte efficace face à ce moustique cosmopolite, de l'abondance des

expérimentations déjà réalisées sur cette espèce de moustique (dans le cadre de la mise au point de techniques d'échantillonnage ou d'études du comportement), de l'opportunité de ce moustique en ce qui concerne les gîtes artificiels, et du rôle de vecteur de la dengue qu'il joue en Polynésie Française. Des essais pourront ensuite être effectués vis à vis d'*A. polynesiensis* selon les résultats obtenus.

3. ESTIMATION DE L'IMPACT DU PIEGEAGE SUR LA DENSITE DE MOUSTIQUES ADULTES.

3.1. Considérations générales

Le succès de l'expérience de CHAN *et al.* (1977) laisse supposer que des pièges judicieusement disposés peuvent concurrencer efficacement les gîtes existant. Cela reste à vérifier dans un milieu caractérisé par la multitude des gîtes artificiels et naturels. L'association d'une technique de piégeage avec l'élimination maximale des autres gîtes semble nécessaire pour augmenter les chances d'efficacité des pièges. Cependant, tous les gîtes ne peuvent être supprimés. Les expériences faisant usage de pondoirs pièges classiques (type OMS, qui agissent comme des pièges réels au niveau de la descendance des moustiques qui y pondent) ne montrent généralement pas de diminution des densités de moustiques à cause de l'échantillonnage (voir le rapport précédent par exemple). Cependant, deux notions interviennent à ce niveau en faveur de la procédure de piégeage proposée dans ce projet:

- La densité des pièges par rapport à celle des gîtes joue probablement un rôle important. En conséquence, les densités de pièges prévues sont nettement plus importantes que celles qui sont utilisées pour l'estimation des densités de moustiques.
- Les femelles porteuses d'oeufs sont directement visées, et non leur descendance. Ceci permet de faire en partie abstraction du problème de la ponte dans plusieurs gîtes, et augmente les chances de succès.

La réalité de ces chances de succès ne peut cependant être vérifiée que par l'expérimentation. Le but de cette expérimentation est donc de vérifier si le piégeage des femelles de moustiques lors de l'oviposition peut conduire à une diminution sensible des densités de moustiques adultes.

3.2. Procédure d'expérimentation :

L'impact du piégeage sur la densité de moustiques adultes ne pourra être vérifiée que dans le cas de résultats favorables aux expériences précédentes. Dans un premier temps, il sera nécessaire de suivre l'évolution d'une population enfermée de femelles gorgées auxquelles seront proposées des gîtes larvaires et des pièges. Ce type

d'expérimentation pourra être ensuite réalisé à plus grande échelle en intégrant l'ensemble du cycle vital des moustiques. Cela pourra être réalisé dans une pièce dans laquelle plusieurs gîtes seront disponibles en plus de pièges. Cette expérimentation devra reproduire au mieux les conditions naturelles, en fournissant aux moustiques des conditions favorables à l'accomplissement de l'ensemble de leur cycle vital. L'efficacité des pièges dans ces conditions artificielles est une condition minimale à la réalisation de futurs essais en milieu naturel qui ne sont pas inclus dans ce projet, celui-ci ne constituant qu'une estimation de la faisabilité de ce type de lutte.

L'examen de la littérature pourra cependant permettre d'apporter des éléments de réponses aux questions suivantes:

- Quelle densité de pièges (et suivant quel positionnement) sera nécessaire au contrôle des populations de moustiques?. Il est nécessaire de connaître la mobilité de l'espèce considérée, et donc d'estimer le "rayon d'attractivité" des pièges.
- Quel taux d'échec peut-on accepter pour considérer les pièges comme efficaces ?
- Quelle technique d'échantillonnage peut être utilisée en milieu naturel pour estimer les variations de densité. (Est-il souhaitable d'utiliser les pondoirs pièges eux-mêmes comme technique d'échantillonnage, ou plutôt une technique s'adressant à une autre écophase ?). L'examen de la littérature concernant l'échantillonnage est nécessaire. (voir par exemple MOGI *et al.*, 1990).

4. ESTIMATION DU COUT DU PROGRAMME:

Les deux aspects expérimentaux à aborder (mise au point d'un piège efficace et potentialité de contrôle si un tel piège est disponible) seront abordés successivement car la potentialité de contrôle est probablement très liée à l'attractivité du pondoir. Afin de ne pas répéter les erreurs de l'expérience décrite précédemment, il est indispensable qu'un chercheur prenne la responsabilité du projet. Une première approche (documentation et essais de mise au point d'un piège réellement efficace) pourrait permettre de fournir assez rapidement (en quelques mois) des réponses quant à la faisabilité d'un projet expérimental éventuel à plus grande échelle. Cette première approche ne nécessiterait que des travaux de laboratoire, la réalisation d'un appareil efficace en conditions d'élevage étant une condition minimale pour réaliser des essais dans des conditions plus proches des conditions réelles de lutte. Le respect de ceci est par ailleurs indispensable pour ne pas risquer de soulever l'hostilité de la population face à de futurs essais de lutte en lui faisant subir les premiers échecs inévitables lors de toute mise au point.

Compte tenu de ce qui précède, les besoins suivants doivent être envisagés :

Embauche temporaire d'un chercheur pendant mois	CFP
Technicien (mois à temps partiel)	CFP
Matériaux nécessaire à la construction des pondoirs	CFP
Documentation et fonctionnement	CFP

En cas de résultats favorables, cette expérience pourrait déboucher sur un autre projet de faisabilité en conditions naturelles. Ce projet, associant l'utilisation des pièges à la suppression des gîtes larvaires dans une zone habitée, devrait s'accompagner d'une campagne de sensibilisation du public. Une extension du projet à la lutte contre *A. polynesiensis* pourrait aussi être envisagée. L'échantillonnage des moustiques adultes serait alors utilisé comme technique d'évaluation. Le milieu Polynésien peut par ailleurs permettre d'envisager des essais de lutte contre *Aedes polynesiensis* dans des îlots isolés.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

BENTLEY, M.D. & DAY, J.F. -1989- Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Ann. Rev. Entomol.* **34** : 401-421.

CHADEE, D.D. & CORBET, P.S. -1987- Seasonal incidence and diel patterns of oviposition in the field of the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera:Culicidae) in Trinidad, West Indies a preliminary study. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, **81** (2): 151-161. (beaucoup de références dedant)

CHAN, K.L.; NG, S.K. & TAN, K.K. -1977- An autocidal ovitrap for the control and possible eradication of *Aedes aegypti*. *Southeast Asian J. Trop. Med. and Pub. Health.* **8**(1) : 56-62.

MOGI, M.; CHOOCHOTE, W.; KHAMBOONRUANG, C. & SUWANPANIT, P. -1990- Applicability of presence-absence and sequential sampling for ovitrap surveillance of *Aedes* (Diptera: Culicidae) in Chiang Mai, Northern Thailand. *J. Med. Entomol.* **27**(4) : 509-514.

WILTON, D.P. -1968- Oviposition site selection by the tree-hole mosquito, *Aedes triseriatus* (Say). *J. Med. Entomol.*, **5**: 189-194.